

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/039012 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04L 12/413

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011705

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Oktober 2003 (22.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 49 851.2 25. Oktober 2002 (25.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ELEKTRO BECKHOFF GMBH [DE/DE];  
Unternehmensbereich Industrie Elektronik, Eiserstr. 5,  
33415 Verl (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JANSSEN, Dirk

[DE/DE]; Eichendorffstr. 41c, 33415 Verl (DE). BECKHOFF, Hans [DE/DE]; Weidenweg 58, 33415 Verl (DE).

(74) Anwälte: WILHELM, Jürgen usw.; Wilhelm & Beck,  
Nymphenburger Str. 139, 80636 München (DE).

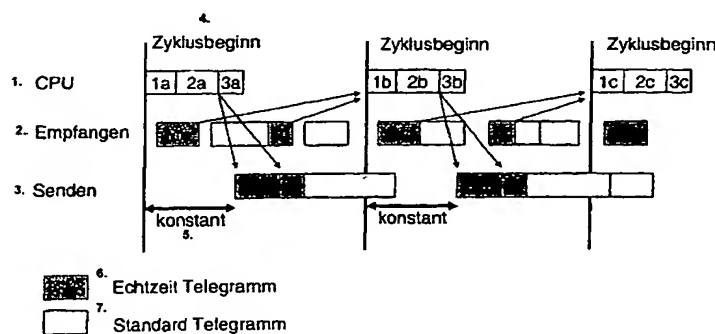
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHODS, INTERFACE UNIT AND NODES FOR USING IN PARALLEL A COMMUNICATION NETWORK FOR REAL-TIME APPLICATIONS AND NON REAL-TIME APPLICATIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN, SCHNITTSTELLENEINHEIT UND KNOTEN ZUR PARALLELEN NUTZUNG EINES KOMMUNIKATIONSNETZWERKES FÜR ECHTZEITANWENDUNGEN UND NICHT-ECHTZEITANWENDUNGEN



1..CENTRAL UNIT  
2..RECEPTION  
3..TRANSMISSION  
4..CYCLE START  
5..CONSTANT  
6..REAL-TIME TELEGRAM  
7..STANDARD TELEGRAM

(57) Abstract: The invention concerns a data transmission technique for real-time applications and non real-time applications in a communication network comprising several nodes connected by communication channels. The invention is characterized in that the data are cyclically and deterministically transmitted, the data for the real-time applications being processed in priority, such that, during one transmission cycle, all the data for the real-time applications are first sent, then, in the time interval remaining prior to the next transmission cycle, the data for non real-time applications are sent.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der *PCT-Gazette* verwiesen.

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Technik zum Übermitteln von Daten für Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen auf einem Kommunikationsnetzwerk mit mehreren Knoten, die über Kommunikationswege miteinander verbunden sind, wobei die Datenübermittlung zyklisch und deterministisch erfolgt und die Daten für Echtzeitanwendungen priorisiert behandelt werden, so dass in einem Übermittlungszyklus zuerst alle Daten für Echtzeitanwendungen übergeben werden und in der Zeit, die noch bis zum nächsten Übermittlungszyklus, dann die Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen, übergeben werden.

## Beschreibung

Verfahren, Schnittstelleneinheit und Knoten zur parallelen Nutzung eines Kommunikationsnetzwerkes für Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen

Das Ethernet ist die am weitesten verbreitete Technologie, mit der in lokalen Kommunikationsnetzen, sog. Local Area Networks (LAN), Daten aktuell mit einer Geschwindigkeit bis zu 100 Mio. Bits/sec. (Mbps) übertragen werden können. LANs sind lokale Kommunikationsnetzwerke, die auf ein geografisches Gebiet begrenzt sind und sich aus einem oder mehreren Servern und Arbeitsstationen, sog. Knoten zusammensetzen, die über ein Kommunikationsleitungsnetz, z.B. ein Koaxial-, Glasfaser- oder Twisted Pair-Kabel verbunden sind. Bei LANs sind verschiedenste Netzwerktopologien möglich, wobei die bekanntesten die Bus-, Ring-, Stern- oder Baumstrukturen sind.

LANs werden mit einem Netzwerk-Betriebssystem und einem einheitlichen Netzwerk-Protokoll betrieben. Das Ethernet stellt ein mögliches Netzwerkprotokoll dar und unterstützt dabei die unterschiedlichsten Kommunikationsprotokolle, z.B. das TCP/IP-Protokoll oder das IPX-Protokoll. Im OSI-Schichtenmodell, dem internationalen Referenzmodell für Datenübertragung in Netzwerken, das aus einem Schichtenstapel aus sieben Schichten aufgebaut ist, wobei für jede Schicht eine Menge von Protokollen definiert ist, die jeweils der nächst höheren Schicht ihre Dienste zur Verfügung stellen, ist das Ethernet der zweiten Schicht, der sog. Leitungsschicht zugeordnet. In dieser Leitungsschicht werden die zu übermittelnden Daten zu Paketen gebündelt, denen spezifische Informationen für das jeweilige Kommunikationsprotokoll hinzugefügt werden. Die Leitungsschicht ist im Netzwerk für den Transport der Datenpakete von Knoten zu Knoten und für die Fehlererkennung zuständig. Beim Ethernet-Konzept ist die Leitungsschicht in zwei Ebenen unterteilt, wobei die erste Ebene den Daten einen Kopfabschnitt, einen sog. Header hinzufügen, der Informatio-

nen enthält, die für eine korrekte Datenübertragung vom Empfängerprotokoll benötigt werden. In der zweiten Ebene des Ethernetprotokolls wird dann das Datenpaket mithilfe eines zusätzlichen Headers und eines weiteren Endabschnitts, eines sog. Trailers, für den Transport der Datenpakete von Knoten zu Knoten eingekapselt. Mit solchen Ethernet-Datenpaketen, den sog. Ethernet-Telegramme, lassen sich Daten mit einer Länge von bis zu 1500 Bytes übertragen.

Ethernet-Protokolle werden vornehmlich bei Bürokommunikationsnetzwerken eingesetzt. Aufgrund der Vorteile des Ethernet-Konzepts bei der Nutzung von Standard-Hard- und -softwarekomponenten sowie der Möglichkeit, bei einfacher Vernetzungstechnologie hohe Datenübertragungsraten zu erreichen, besteht der Wunsch, die Ethernet-Netzwerkcommunication auch in der industriellen Fertigung zum Datenaustausch zwischen Arbeitsstationen einzusetzen. Insbesondere die mangelhafte Echtzeitfähigkeit des Ethernet-Netzprotokolls lässt jedoch nur einen begrenzten Einsatz in der Automatisierungstechnik zu. Bei der Steuerung von Maschinen ist es nämlich erforderlich, dass eine zyklische Bearbeitung der Steuerungsaufgabe ohne zeitliche Schwankungen, d.h. mit nur geringen Abweichungen von der gewünschten Zykluszeit im Bereich weniger Mikrosekunden erfolgt, wobei mit einer vorhersehbaren Antwortzeit auf die Regelanforderung reagiert wird.

Echtzeitfähigkeit und schnelle Reaktionszeit, wie sie in der Automatisierungstechnik gefordert werden, haben bei Standard-Datenverarbeitungsanwendungen, bei denen Ethernet-Kommunikation üblicherweise eingesetzt wird, jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung. Zwar sind bereits bei der Video- und Audio-Datenübertragung Ethernet-Kommunikationsverfahren zur Echtzeitübertragung solcher Daten bekannt. Die Anforderung an die Reaktionszeiten sind jedoch bei solchen Anwendungen nicht sehr zeitkritisch, da mit entsprechenden Datenpuffern in der Arbeitsstation kleine Schwankungen ohne weiteres ausgeglichen werden können. Auch in der bidirektionalen Datenübertragung

mittels Ethernet, z.B. bei der Internet-Telefonie oder On-line-Gaming spielen die Echtzeitfähigkeit und die Reaktionszeit eine gewisse Rolle.

Um die vorstehenden Anwendungen im Rahmen der Ethernet-Kommunikation möglich zu machen, sind Verfahren zur Priorisierung einzelner Ethernet-Frames entwickelt worden. Hierbei werden vor allem zwei Verfahren eingesetzt. Um eine gewisse Echtzeitfähigkeit mit kurzen Reaktionszeiten zu erreichen, werden die zu versendenden Ethernet-Datentelegramme in verschiedene Prioritätskategorien eingeteilt, wobei zuerst die Datenpakete mit der höchsten Priorität versendet werden. Alternativ werden Verfahren eingesetzt, in denen die Priorität der Daten als zusätzliche Information dem Ethernet-Datenpaket selbst hinzugefügt sind. Nachfolgende Knoten im Netzwerk können anhand dieser zusätzlichen Informationen dann die mit höherer Priorität versehenen Datenpakete ermitteln und diese entsprechend bevorzugt bearbeiten.

Diese beiden vorstehenden Ethernet-Verfahren werden jedoch den hohen Anforderungen bezüglich der Echtzeitfähigkeit, d.h. der synchronen Bearbeitung der Daten mit ihrer Entstehung ohne wahrnehmbare Verzögerung sowie der erforderlichen Reaktionszeiten in der Automatisierungstechnik nicht gerecht. Insbesondere besteht das Problem, dass selbst bei einer optimalen Zuordnung von Prioritäten zu den Ethernet-Datenpaketen ein gerade abgeschicktes niedrig priorisiertes Ethernet-Telegramm auch dann vollständig versendet wird, wenn gleichzeitig ein neues höher priorisiertes Datenpaket hinzukommt. Das neu hinzukommende, hoch priorisierte Datenpaket wird dann um die Sendezeit des nieder priorisierten Datenpakets, also bis zu einer Datenlänge eines Ethernet-Datenpaketes von ca. 1.500 Bytes verzögert. Dies kann zu einer zeitlichen Verzögerung bei Steuerungsaufgaben von bis zu ca. 150  $\mu$ s führen, so dass harte Echtzeit-Steuerungsanwendungen mit Zykluszeiten um die 50  $\mu$ s und zulässigen Abweichungen von dieser Zykluszeit von maximal 10  $\mu$ s nicht erfüllt werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines lokalen Kommunikationsnetzes und eine Schnittstelleneinheit zur Anbindung eines Knotens an ein solches lokales Kommunikationsnetz bereit zu stellen, mit dem sich auf einfache Weise parallel Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen ausführen lassen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1, einer Schnittstelleneinheit gemäß Anspruch 8 und einem Knoten gemäß Anspruch 13 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß der Erfindung wird in einem Kommunikationsnetz mit mehreren Knoten, die über einen Kommunikationsweg miteinander verbunden sind, eine Datenübermittlung zyklisch und deterministisch ausgeführt, wobei Daten für Echtzeitanwendungen priorisiert behandelt werden, so dass in einem Übertragungszyklus zuerst alle Daten für Echtzeitanwendungen übergeben werden und in der Zeit, die bis zum nächsten Übermittlungszyklus verbleibt, dann die Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen.

Das erfindungsgemäße Datenübertragungsverfahren für ein lokales Kommunikationsnetz ermöglicht die parallele Nutzung des Kommunikationsnetzes für Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen. Insbesondere wird gewährleistet, dass das erfindungsgemäße Protokoll für lokale Kommunikationsnetze, das die Leitungsschicht im OSI-Modell darstellt, auch den hohen Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit und Reaktionszeit für Maschinensteuerungsaufgaben genügt. Um die Kommunikationsanforderungen eines Echtzeitsystems zu erfüllen, erfolgt die Datenübermittlung unter der vollständigen Kontrolle des Echtzeitsystems, wobei die Echtzeitdatenkommunikation gegenüber der sonstigen Datenkommunikation, z.B. zur Administration und Fehlerdiagnose, die vom Betriebssystem des Knotens initiiert wird, priorisiert ist. Alle Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen werden nämlich grundsätzlich als nieder prio-

risiert behandelt und erst dann übermittelt, wenn die Datenübermittlung für Echtzeitdatenpakete bereits abgeschlossen ist. Mithilfe der erfindungsgemäßen Priorisierungstechnik für Echtzeitdaten bei gleichzeitiger Ausführung einer zyklischen und deterministischen Datenübermittlung wird dafür gesorgt, dass nicht echtzeitfähige Zugriffe grundsätzlich erst nach den echtzeitfähigen Zugriffen erfolgen und damit den Echtzeitdatenverkehr nicht behindern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Sendevorgang so ausgeführt, dass bei einem Sendezyklus die Daten für Echtzeitanwendungen erst vollständig gesendet und dann die Zeit berechnet wird, die noch bis zum nächsten Sendezyklus verbleibt, um dann die verbleibende Zeit zur Datenübertragung für Nicht-Echtzeitanwendungen zu verwenden. Es wird so sicher gestellt, dass Datenpakete aus dem Echtzeitsystem immer eine freie Sendeleitung vorfinden, wenn sie an der Reihe sind. Datenpakete für Nicht-Echtzeitanwendungen, z.B. des Betriebssystems, werden erst danach in den Lücken zwischen zwei Sendezyklen verschickt, wenn entsprechende Zeit verbleibt. Bevorzugt ist dabei, die Daten in Form von Datenpaketen so zu übermitteln, dass dann, wenn die nach dem Senden der Daten für Echtzeitanwendungen verbleibende Zeit die zum Versenden eines Datenpakets für Nicht-Echtzeitanwendungen benötigte Zeitdauer übersteigt, das entsprechende Datenpaket zwischengespeichert und bevorzugt mit dem nächsten Sendezyklus versandt wird. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine einfache Prioritätssteuerung des Sendebetriebs von Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden bei einem Empfangsvorgang die in einem Empfangszyklus empfangenen Daten ausgewertet, um zu bestimmen, welche der empfangenen Daten Daten für Echtzeitanwendungen und welche der empfangenen Daten Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen darstellen, wobei die empfangenen Daten für Echtzeitanwendungen im darauffolgenden Empfangszyklus bearbeitet werden. Diese Vorgehens-

weise ermöglicht es, auf einfache Weise alle echtzeitrelevanten Datenpakete herauszufiltern, ohne dass es darauf ankommt, wann bzw. in welcher Reihenfolge sie eintreffen. So wird sichergestellt, dass die echtzeitrelevanten Informationen komplett vor Beginn des nächsten Empfangszyklus vollständig für die auszuführenden Echtzeitanwendungen bereit stehen.

Bevorzugt ist dabei weiterhin, die herausgefilterten empfangenen Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen in einem von den Echtzeitanwendungen unabhängigen Vorgang zu bearbeiten. Die Übergabe der Datenpakete mit nicht echtzeitrelevanten Daten außerhalb des Echtzeit-Kontextes an das Betriebssystem des Knotens ermöglicht eine hohe Datenübertragungsrate bei gleichzeitiger einfacher Implementierung des Empfangsvorgangs.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird ein paralleles Senden, Empfangen und Verarbeiten der Daten für Echtzeitanwendungen und der Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen durchgeführt, wobei zum Verarbeiten der Daten in einem ersten Schritt die in einem vorangegangenen Empfangszyklus empfangenen Daten ausgewertet werden, in einem zweiten Schritt die Echtzeitanwendungen mit den ermittelten echtzeitrelevanten Daten ausführt werden und in einem dritten Schritt die zu sendenden Echtzeitdaten dann übergeben werden. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine hohe Übertragungsleistung bei vollständiger Echtzeitfähigkeit und gewährleistet somit eine Kommunikationsanforderung für eine schnelle Maschinensteuerung. Bevorzugt ist dabei, den Sende- und Empfangszyklus im Full-Duplex-Betrieb so auszulegen, dass die Zyklusdauer fest ist, der Sendezyklus gegenüber dem Empfangszyklus jedoch um eine konstante Zeitspanne verzögert ist, die die Zeitdauer des ersten und zweiten Verarbeitungsschrittes, bei dem die Daten ausgewertet und die Echtzeitanwendungen durchgeführt werden, entspricht. Diese Vorgehensweise sorgt für einen einfachen und schnellen Full-Duplex-Betrieb mit reibungsloser Echtzeitkommunikation.



Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 mögliche Netzwerk-Topologien für ein lokales Kommunikationsnetz;

Fig. 2 einen möglichen Anschluss eines Knoten an ein Netzwerk im Ethernet;

Fig. 3 eine herkömmliche Auslegung eines Netzsystems mit einem getrennten Ethernet-Controller für Nicht-Echtzeitanwendung und einem Feldbussystem für Echtzeitanwendungen;

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Treiber zur parallelen Ausführung von Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen auf einem Ethernet-Controller;

Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Sendevorgang von Echtzeit- und Nicht-Echtzeit-Datenpaketen; und

Fig. 6 einen erfindungsgemäßen Full-Duplex-Betrieb zum parallelen Versenden, Empfangen und Verarbeiten von Echtzeit-Datenpaketen und Nicht-Echtzeit-Datenpaketen.

Mit einem Kommunikationsnetzwerk lassen sich auf einfache Weise Daten und Ressourcen zwischen Arbeitsstationen, im Allgemeinen Computer oder Maschinen, im weiteren auch Knoten genannt, austauschen und gemeinsam nutzen. Das Ethernet-Konzept ist dabei der am weitesten verbreitete Kommunikationsstandard in lokal begrenzten Kommunikationsnetzwerken (LAN). Das Ethernet basiert dabei auf einem LAN-Aufbau, dem eine Mehrzahl von Knoten über ein gemeinsames Übertragungsmedium miteinander verbunden sind, wobei das Ethernet-Konzept die Verkapselung der zu übermittelnden Daten in sog. Datenpaketen, im weiteren auch als Telegramm bezeichnet, mit vorbestimmtem Format vornimmt. Das Ethernet besteht aus drei Bereichen,

nämlich, dem Übertragungsmedium und den Netzwerkschnittstellen, also der Hardware, der Menge von Protokollen, die den Zugriff auf ein Übertragungsmedium steuern und der Ethernet-Paketformat. Das Ethernet stellt grundsätzlich ein Busnetz dar, wobei beliebigen Netztopologien, wie sie in Figur 1 gezeigt sind, genutzt werden können.

Figur 1a zeigt eine weitere mögliche Netztopologie für ein Ethernet. Hier sind die Knoten 1 sternförmig über Punkt-zu-Punkt-Verbindungen 2 mit einer zentralen Vermittlungsstelle 3, einem sog. Switcher, verbunden. Figur 1b stellt als mögliche Netztopologie ein Bussystem dar. Hier sind alle Knoten 1 über eine Übertragungsleitung 2 miteinander verbunden. In Figur 1c eine weitere Ethernet-Netztopologie in Form eines Baumnetzes dar, das eine Kombination der vorstehenden Netzsysteme ist, die mittels zwischengeschalteten Vermittlungsstationen 4, sog. Hubs, verbunden sind.

Figur 2 zeigt einen möglichen Anschluss eines Knotens 1 in einer Netzwerktopologie mit Punkt zu Punkt-Verbindungen. Beim Ethernet erfolgt der Zugriff auf das Übertragungsmedium 2 im Allgemeinen über eine Kopplereinheit 10, einen sog. Transceiver, der in der Regel direkt auf einer Netzwerkadapterkarte zusammen mit einem Ethernet-Controller 12 angeordnet ist. Der Ethernet-Koppler 10 ist dabei über ein Interface 11 und dem Ethernet-Controller 12 verbunden. Alternativ kann der Ethernet-Koppler auch in den Ethernet-Controller integriert sein. Der Ethernet-Controller nimmt die Kodierung der zu sendenden Daten und die Dekodierung der empfangenen Daten vor. Weiterhin werden durch den Ethernet-Controller 12 auch alle zum Betrieb des Ethernet notwendigen Steuermaßnahmen verwaltet, d.h., der Ethernet-Controller führt das Management und die Paketbildung durch Verkapselung der Daten durch. Neben diesem Link-Management dient der Ethernet-Controller 12 auch als Schnittstelle zur Datenstation, dem Knoten, in dem die Daten dann weiterverarbeitet werden.

Die Ethernet-Datenübertragung findet dabei üblicherweise mit Hilfe eines Netzwerk-Protokolls so statt, dass eine Datenübertragung nur durchgeführt wird, wenn das Netz ruhig ist. Darüber hinaus ist zusätzlich eine Kollisionsverhinderungsmechanismus vorgesehen. Ein Ethernet-Datenpaket kann ca. 1.500 Bytes enthalten, wobei die Daten mittels Header- und Trailer-Informationen, die die Anfangskennzeichnung, die Ziel- und Quelladresse, den Datenpakettyp und den Fehlererkennungsmechanismus angeben, verkapselt sind.

Die Betriebssysteme der an der Netzkommunikation beteiligten Knoten weisen in der Regel eine geschichtete Softwarestruktur auf, um eine protokollspezifische Bearbeitung von einer telegramm- und hardwarespezifische Bearbeitung zu trennen. Dadurch ist es möglich, unterschiedliche Kommunikationsprotokolle beim Ethernetstandard einzusetzen, ohne jeweils am hardwarespezifischen Treiber Änderungen durchführen zu müssen. Gleichzeitig besteht aber auch die Möglichkeit, im Rahmen des Ethernetstandards die Hardware zu ändern, ohne protokollspezifische Softwareänderungen ausführen zu müssen. Das eingesetzte Kommunikationsprotokoll kann bestimmen, an welchen Ethernet-Controller ein Ethernet-Telegramm übergeben wird. Die vom Ethernet-Controller empfangene Telegramme werden wiederum allen Protokollen des Betriebssystems im Knoten zur Verfügung gestellt, wobei die Protokolle entscheiden, ob sie das Telegramm dann bearbeiten.

Das Ethernet hat sich vor allem als Kommunikationsstandard für Netzwerksysteme in der Bürokommunikation durchgesetzt, da Standard-Hardwarekomponenten und Standard-Softwareprotokolle genutzt werden können und hohe Datenübertragungsraten möglich sind. Aus diesem Grund ist es auch wünschenswert, den Ethernetstandard in industrieller Umgebung nutzen zu können. Das wesentliche Problem besteht hierbei in der mangelnden Echtzeitfähigkeit, so dass bei Automatisierungsaufgaben, wie in Figur 3 gezeigt, herkömmlicherweise die Netzwerksysteme zur Ausführung von nicht zeitkritischen Kommunikationsaufgaben

und von Echtzeitanwendungen zur Maschinensteuerung getrennt sind. Für die Echtzeitanwendungen sind in der Regel Kommunikationsnetze mit eigenständigen Steuerungsbaugruppen, sog. Feldbus-Controllern, in der Arbeitsstation vorgesehen, um zeitkritische Steuerungsaufgaben durchführen zu können. Mit solchen Feldbussystemen für Echtzeitanwendungen lassen sich herkömmlicherweise Zykluszeiten zur Maschinensteuerung von 50  $\mu$ s bei zulässigen Jitterzeiten, d.h. Abweichungen von der gewünschten Zykluszeit um 10  $\mu$ s erreichen.

Um lokale Kommunikationsnetze für nicht-zeitkritische Standardanwendungen, insbesondere nach dem Ethernetstandard, auch als echtzeitfähiges Datenübertragungsnetz zur Ausführung von Steuerungsaufgaben nutzen zu können, wird, wie in Figur 4 dargestellt, der hardware- und/oder softwarespezifische Treiber herkömmlicher Ethernet-Controller durch einen erfindungsgemäßen und für den Echtzeitbetrieb erweiterten Ethernet-Treiber ersetzt. Dieser erfindungsgemäßen Ethernet-Controller ermöglicht die parallele Nutzung des Kommunikationsnetzes zur Übermittlung von Daten für Echtzeitanwendungen und von Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen. Die Datenübermittlung wird dabei zyklisch und deterministisch ausgeführt, wobei die Daten für Echtzeitanwendungen priorisiert behandelt werden, so dass in einem Übermittlungszyklus zuerst alle Echtzeitdaten übergeben werden und in der Zeit, die noch bis zum nächsten Übermittlungszyklus bleibt, dann die Daten für Nicht-Echtzeitanwendung. Alle in Form von Telegrammen zusammengefassten Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen, insbesondere die von dem Betriebssystem des dem Ethernet-Controller zugeordneten Knotens erzeugten Telegramme, werden als nicht priorisiert behandelt und sind dem Echtzeitsystem untergeordnet. Der erfindungsgemäße Ethernet-Controller kommuniziert mit dem Echtzeitsystem und ist verantwortlich für das echtzeitfähige Senden und Empfangen der Ethernettelegramme. Um den parallelen Betrieb von Standardanwendungen zu ermöglichen, meldet sich der erfindungsgemäße Ethernet-Controller zusätzlich beim Betriebssystem des Knotens als Standard-Ethernettreiber an,

dem alle Kommunikationsprotokolle des Betriebssystems prinzipiell zur Verfügung stehen. Alle Daten des Betriebssystems werden von erfindungsgemäßen Ethernet-Controller nachrangig behandelt und erst nach einer Kontrolle durch das Echtzeitsystem versandt. Alle empfangenen Datentelegramme werden durch das Echtzeitsystem begutachtet und dann gffs. an das Betriebssystem weitergereicht.

Der erfindungsgemäße Ethernet-Controller befindet sich also vollständig unter Kontrolle des Echtzeitsystems, so dass nicht echtzeitfähige Zugriffe verhindert bzw. in echtzeitunkritische Bereiche verlagert werden. Das priorisierte Versenden von Echtzeit- und Standardtelegrammen erfolgt dabei in der in Figur 5 gezeigten Weise. Beim Sendevorgang wird in einem Sendezyklus mithilfe des erfindungsgemäßen Ethernet-Controllers sichergestellt, dass die Daten für die Echtzeitanwendung vollständig gesendet und dann erst die Daten für die Nicht-Echtzeitanwendung übermittelt werden. Durch den zyklisch und deterministisch ausgeführten Sendevorgang wird gewährleistet, dass zu versendende Echtzeitlegramme ohne Verzögerung gesendet werden. Gleichzeitig wird die Länge der zu versendenden Echtzeitlegramme aufaddiert, um die Sendedauer bei bekannter Datenrate festzustellen. Nachdem alle Echtzeitlegramme versendet sind, wird die Zeit berechnet, die noch bis zum nächsten Sendezyklus verbleibt. In dieser verbleibenden Zeit werden dann die vorhandenen Telegramme mit Nicht-Echtzeitanwendungen, die vom Betriebssystem verschickt werden sollen und vom Treiber des Ethernet-Controllers in einem Puffer, vorzugsweise einem Fifo, abgelegt sind, verarbeitet. Dabei wird wiederum die benötigte Sendedauer zum Versenden dieser Datentelegramme mit Nicht-Echtzeitanwendungen berücksichtigt. Kann ein Telegramm mit Nicht-Echtzeitdaten nicht mehr in der noch zur Verfügung stehenden Zeit bis zum nächsten Sendezyklus versandt werden, so verbleibt es im Fifo-Speicher und wird erst nach dem Versenden der Echtzeitlegramme im nächsten Sendezyklus versandt.

Beim Empfangsvorgang werden mithilfe des erfindungsgemäßen Ethernet-Controllers die in einem Empfangszyklus empfangenen Daten ausgewertet, um zu bestimmen, welche der empfangenen Daten Daten für Echtzeitanwendungen und welche der empfangenen Daten Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen sind, wobei die empfangenen Daten für Echtzeitanwendungen dann zu Beginn der nächsten Echtzeit bearbeitet werden. Die Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen werden dagegen in einem von der Echtzeitanwendung unabhängigen Vorgang bearbeitet.

Die bevorzugte Vorgehensweise ist hierbei, dass die empfangenen Ethernettelegramme in ihrer Empfangsreihenfolge vom erfindungsgemäßen Ethernet-Controller vorzugsweise im Speicher des Knotens abgelegt werden. Der Ethernet-Controller ist dabei so eingestellt, dass er keine Interrupts beim Empfang auslöst, so dass alle empfangene Telegramme erst am Anfang des nächsten Echtzeitzyklus bearbeitet werden. Dabei geht dann das Echtzeitsystem alle empfangenen Telegramme durch und wertet die für das Echtzeitsystem relevanten Telegramme aus. Alle empfangenen echtzeitrelevanten Daten stehen somit zu Beginn des Echtzeitzyklus zur Verfügung. Alle Telegramme mit nicht-echtzeitrelevanten Daten werden dagegen als gelesen markiert und außerhalb des Echtzeit-Kontextes an das Betriebssystem übergeben. In einem von der Echtzeitanwendung unabhängigen Prozess kann dann die Liste der empfangenen markierten Telegramme vom Betriebssystem und dessen Protokollen bearbeitet werden. Die vom Echtzeitsystem bearbeitete Echtzeitlegramme werden dagegen in der Regel nicht an die Protokolle des Betriebssystems weitergegeben. Eine solche Weitergabe erfolgt nur zu Debug-Zwecken, um ggfs. Fehler bei der Echtzeitanwendung festzustellen.

Bevorzugt ist weiterhin ein Etherneteinsatz für Echtzeit- und Nicht-Echtzeitanwendungen im Full-Duplex-Betrieb, d.h. die Möglichkeit, ein paralleles Senden, Empfangen und Verarbeiten von Daten für Echtzeitanwendungen und für Nicht-Echtzeitanwendungen durchzuführen. Ein erfindungsgemäßer Full-Duplex-

Betrieb ist in Figur 6 gezeigt. Es sind dabei mehrere aufeinanderfolgende Echtzeitzyklen dargestellt, wobei jeweils der Zeitablauf der Verarbeitung durch die zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) im Knoten sowie der Ablauf der Sende- und Empfangsvorgänge von Echtzeitlegrammen und Standardtelegrammen mit Nicht-Echtzeitdaten dargestellt ist. Im Schritt 1 werden jeweils von der zentralen Verarbeitungseinheit zu Beginn eines Echtzeitzyklus die empfangenen Telegramme vom vorhergehenden Übermittlungszyklus ausgewertet. Im Schritt 2 wird dann auf der Grundlage der ausgewerteten Echtzeitdaten die eigentliche Automatisierungsaufgabe in Echtzeit durchgeführt. Anschließend wird von der zentralen Verarbeitungseinheit im Schritt 3 die zu versendenden Echtzeitlegramme an den Ethernet-Controller übergeben. Hierbei werden dann immer zuerst sofort die echtzeitrelevanten Telegramme übermittelt und dann - falls vorhanden und ausreichende Zeit verbleibt - die Telegramme mit nicht-echtzeit relevanten Daten des Betriebssystems. Der Sendevorgang ist dabei, bezogen auf den Beginn eines Echtzeitzyklus, um eine feste Zeitspanne verzögert, die der Zeitdauer für den ersten und zweiten Bearbeitungsschritt der CPU entspricht. Der Empfangsvorgang dagegen wird vorzugsweise gleichzeitig oder kurz nach dem Beginn des Echtzeitzyklus gestartet.

Durch die erfindungsgemäße Erweiterung des Ethernetkonzepts ist es möglich, eine parallele Nutzung von lokalen Netzwerken für Standardanwendungen und Echtzeitanwendungen vorzunehmen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Übermitteln von Daten für Echtzeitanwendungen und Nicht-Echtzeitanwendungen auf einem Kommunikationsnetzwerk mit mehreren Knoten, die über Kommunikationswege miteinander verbunden sind, wobei die Datenübermittlung zyklisch und deterministisch erfolgt und die Daten für Echtzeitanwendungen priorisiert behandelt werden, so dass in einem Übermittlungszyklus zuerst alle Daten für Echtzeitanwendungen übergeben werden und in der Zeit, die noch bis zum nächsten Übermittlungszyklus verbleibt, dann die Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen, übergeben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei beim Sendevorgang in einem Sendezyklus die Daten für Echtzeitanwendungen vollständig gesendet und die Zeit berechnet wird, die noch bis zum nächsten Sendezyklus verbleibt, um dann in der verbleibenden Zeit Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen zu senden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Daten in Form von Datenpaketen übermittelt werden und dann, wenn die nach dem Senden der Daten für Echtzeitanwendungen verbleibende Zeit die zum Versenden eines Datenpakets für Echtzeitanwendungen benötigte Sendedauer übersteigt, das Datenpaket zwischengespeichert und vorzugsweise im nächsten Sendezyklus versandt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei beim Empfangsvorgang in einem Empfangszyklus empfangenen Daten ausgewertet werden, um zu bestimmen, welche der empfangenen Daten Daten für Echtzeitanwendungen und welche der empfangenen Daten, Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen sind und die empfangenen Daten für Echtzeitanwendungen im nächsten Echtzeitzyklus bearbeitet werden.



5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die empfangenen Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen in einem von der Echtzeitanwendung unabhängigen Vorgang bearbeitet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein paralleles Senden, Empfangen und Verarbeiten von Daten für Echtzeitanwendungen und von Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen durchgeführt wird und wobei zum Verarbeiten der Daten in einem Echtzeitzyklus in einem ersten Schritt die in einem vorangegangenen Empfangszyklus empfangenen Daten ausgewertet werden, in einem zweiten Schritt die Echtzeitanwendungen ausgeführt werden und in einem dritten Schritt die zusendenden Daten für Echtzeitanwendungen übergeben werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Zyklusdauer des Sendezyklus und des Empfangszyklus dem Echtzeitzyklus entspricht und der Sendezyklus gegenüber dem Empfangszyklus um eine konstante Zeitspanne verzögert ist, die der Zeitdauer für den ersten und zweiten Verarbeitungsschritt entspricht.

8. Schnittstelleneinheit zur Anbindung eines Knotens an ein Kommunikationsnetzwerk mit mehreren Knoten, die über einen Kommunikationsweg miteinander verbunden sind, wobei die Schnittstelleneinheit zur zyklischen und deterministischen Übermittlung von Daten zwischen dem Knoten und dem Kommunikationsnetzwerk ausgelegt ist, um Daten für Echtzeitanwendungen gegenüber Daten von Nicht-Echtzeitanwendungen priorisiert zu behandeln, so dass in einem Übermittlungszyklus zuerst alle Daten für Echtzeitanwendungen übergeben werden und in der Zeit, die noch bis zum nächsten Zyklus verbleibt, dann die Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen übergeben werden.

9. Schnittstelleneinheit nach Anspruch 8 mit einem Sender zum Übermitteln von Daten vom Knoten zum Kommunikationsnetzwerk, um in einem Sendezyklus die Daten für Echtzeitanwendungen vollständig zu senden und die Zeit zu berechnen, die noch bis zum nächsten Sendezyklus verbleibt, um dann in der

verbleibenden Zeit Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen zu versenden.

10. Schnittstelleneinheit nach Anspruch 9, wobei die Daten in Form von Datenpaketen übermittelt werden und ein Zwischenspeicher vorgesehen ist, um dann, wenn die nach dem Senden der Daten für Echtzeitanwendungen verbleibende Zeit, die zum Versenden eines Datenpakets für Nicht-Echtzeitanwendungen benötigte Sendedauer übersteigt, das Datenpaket zwischenzuspeichern und vorzugsweise im nächsten Sendezyklus zu versenden.

11. Schnittstelleneinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 10, mit einem Empfänger zum Übermitteln von Daten vom Kommunikationsnetzwerk zum Knoten, um beim Empfangsvorgang in einem Empfangszyklus die Daten auszuwerten, um zu bestimmen, welche der empfangenen Daten Daten für Echtzeitanwendungen und welche der empfangenen Daten Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen sind.

12. Schnittstelleneinheit nach Anspruch 11, wobei die empfangenen Daten für Echtzeitanwendungen und die empfangenen Daten für Nicht-Echtzeitanwendungen unabhängig voneinander bearbeitet werden.

13. Knoten mit einer Schnittstelleneinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 12 und mit einer Verarbeitungseinheit, um in einem ersten Schritt, die in einem vorangegangenen Empfangszyklus empfangenen Daten auszuwerten, in einem zweiten Schritt die Echtzeitanwendungen mit den empfangenen Daten für die Echtzeitanwendungen auszuführen und in einem dritten Schritt die zu sendenden Daten für Echtzeitanwendungen zu übergeben.

Fig. 1

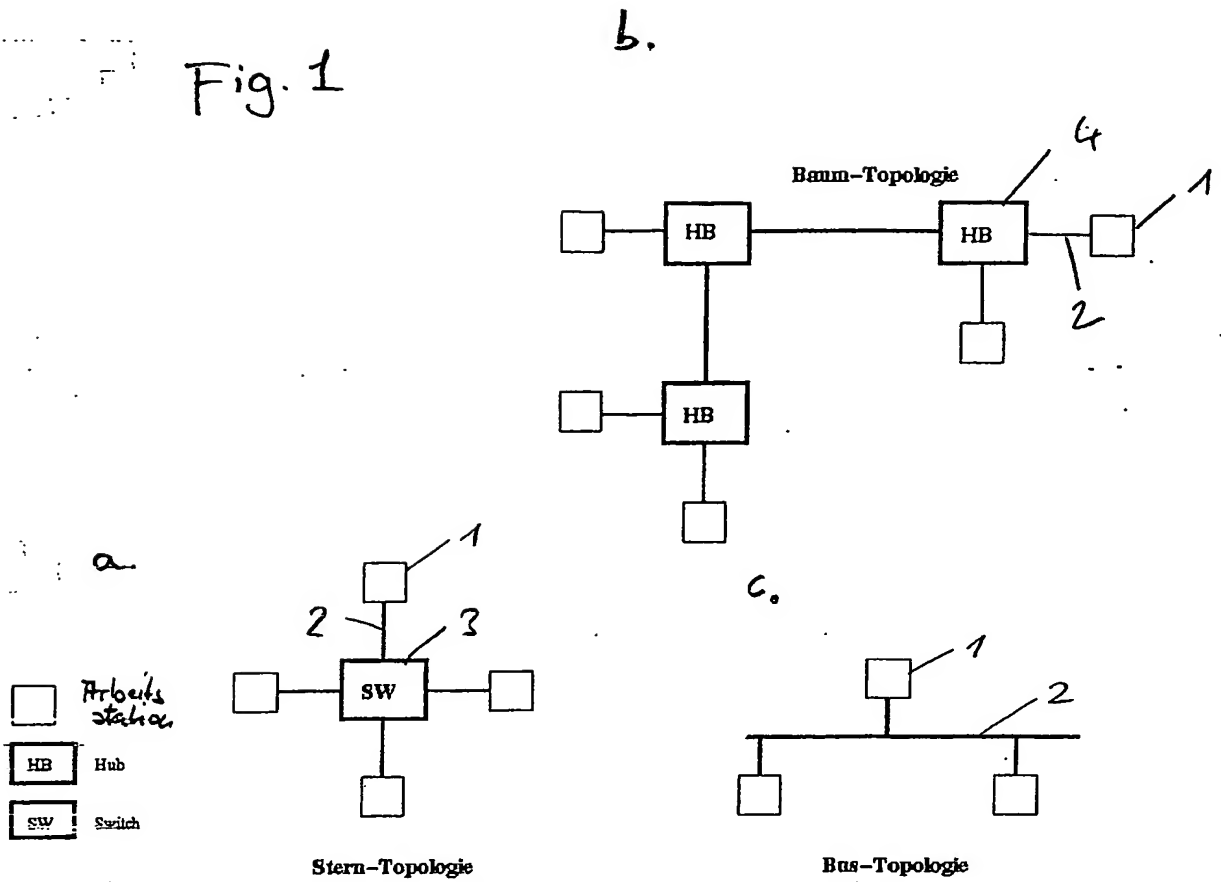


FIG. 2

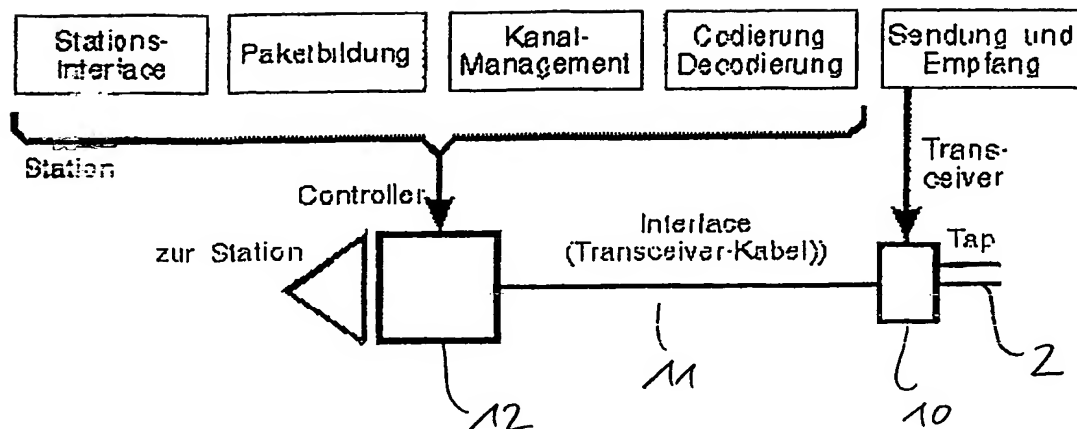


FIG. 3

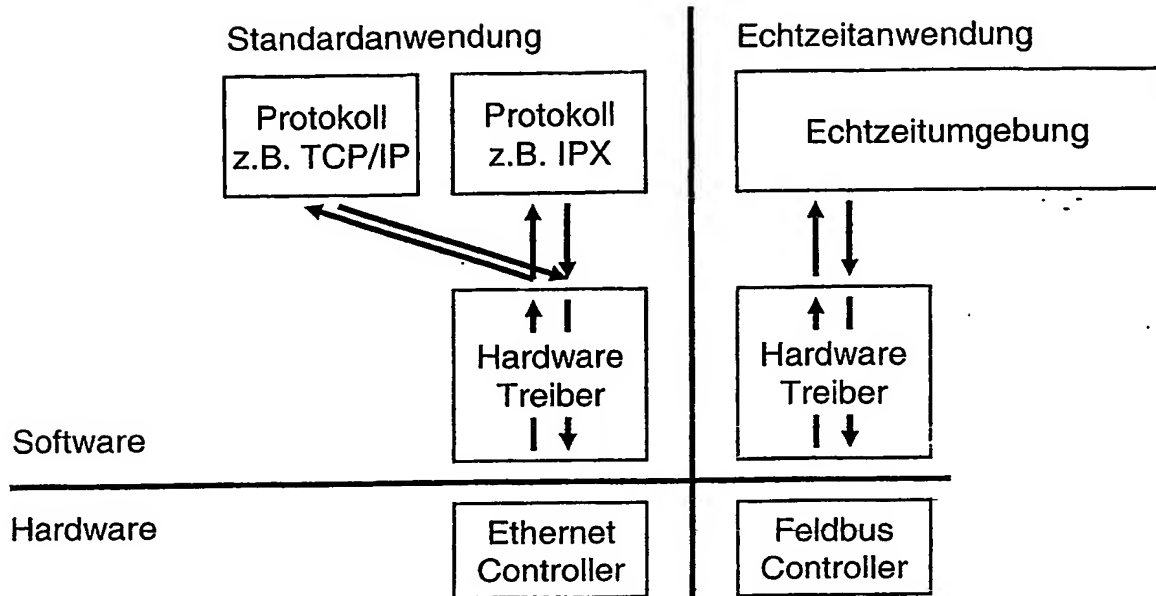


FIG. 4

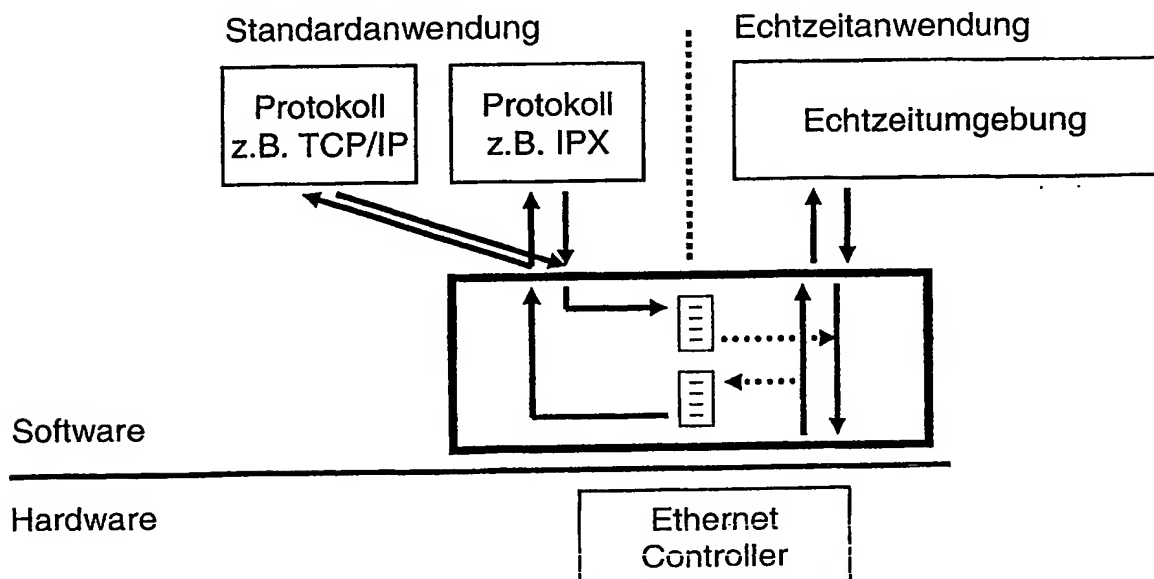
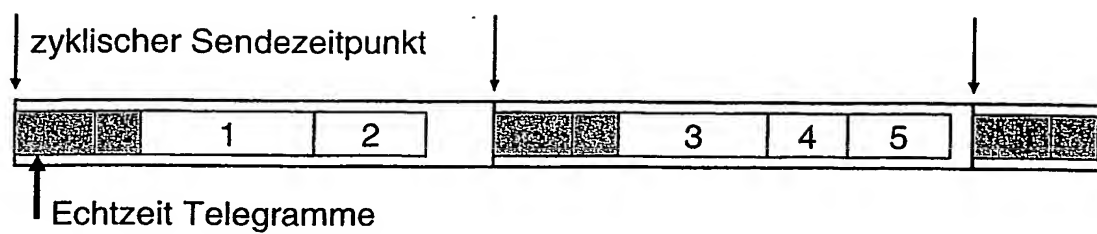


FIG. 5



Standard-  
Telegramme  
im Fifo:

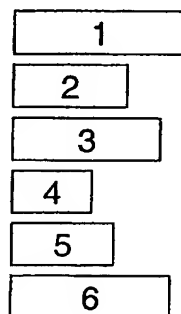
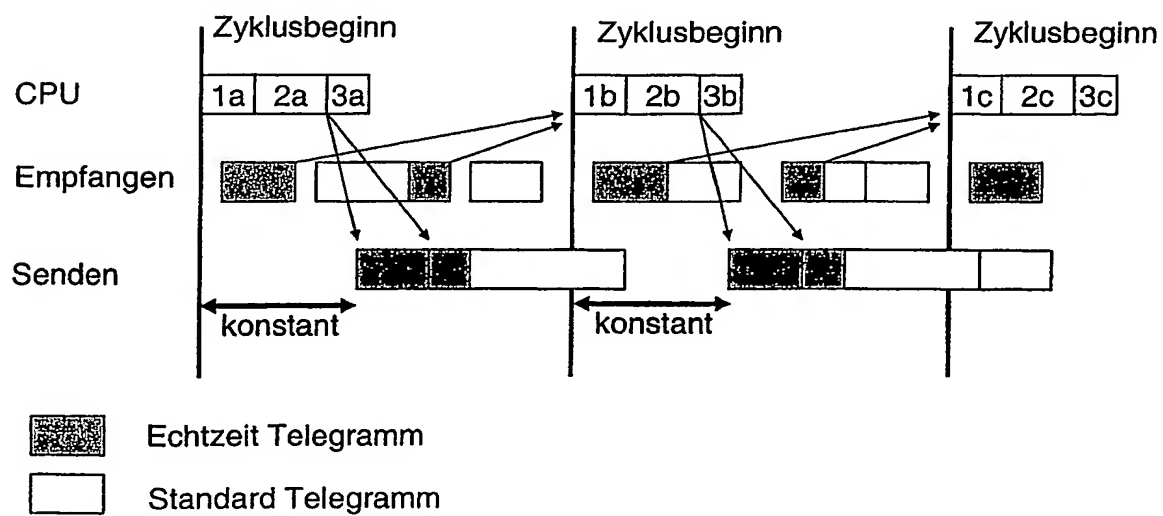


FIG. 6



BEST AVAILABLE COPY

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11705

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H04L12/413

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SHARROCK S M ET AL: "A CSMA/CD-BASED, INTEGRATED VOICE/DATA PROTOCOL WITH DYNAMIC CHANNEL ALLOCATION" COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, NORTH HOLLAND PUBLISHING. AMSTERDAM, NL, vol. 18, no. 1, 24 November 1989 (1989-11-24), pages 1-18, XP000070488 ISSN: 0169-7552 page 3, right-hand column, paragraph 2 -page 5, left-hand column, paragraph 4 page 6, left-hand column, paragraphs 1,2	1-3, 8-10,13
X	WO 00 03521 A (HONEYWELL INC) 20 January 2000 (2000-01-20) page 3, line 25 -page 4, line 2 page 12, line 4 -page 13, line 24 figures 2A,7,8	1-3, 8-10,13
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2004

Date of mailing of the international search report

27/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kreppel, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11705

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 654 969 A (WILHELMSSON LENNART) 5 August 1997 (1997-08-05) column 3, line 28 -column 4, line 15 column 5, line 42-50 column 9, line 18 -column 10, line 32 figures 2,2A,2B,9	1-3, 8-10,13
X	EP 1 111 846 A (SONY CORP) 27 June 2001 (2001-06-27) paragraphs '0112!-'0136! figures 3,4	1-3, 8-10,13
A	BERTOLUZZO M ET AL: "Ethernet networks for factory automation" PROCEEDINGS OF THE 2002 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, vol. 1, 8 July 2002 (2002-07-08), pages 175-180, XP010598166 page 178, right-hand column -page 179, left-hand column figure 7	4-7,11, 12
A	DEMARTINI C ET AL: "Real-time communication in the factory automation" SIGNAL PROCESSING AND SYSTEMS CONTROL, INTELLIGENT SENSORS AND INSTRUMENTATION. SAN DIEGO, NOV. 9 - 13, 1992, PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION (IECON), NEW YORK, IEEE, US, vol. 3 CONF. 18, 9 November 1992 (1992-11-09), pages 772-777, XP010060623 ISBN: 0-7803-0582-5 the whole document	4-7,11, 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/11705

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0003521	A	20-01-2000	US 6483846 B1	19-11-2002
			CA 2336829 A1	20-01-2000
			EP 1097551 A1	09-05-2001
			JP 2002520950 T	09-07-2002
			WO 0003521 A1	20-01-2000
US 5654969	A	05-08-1997	SE 501373 C2	30-01-1995
			DE 69332983 D1	18-06-2003
			EP 0739556 A1	30-10-1996
			SE 9203796 A	18-06-1994
			WO 9414255 A1	23-06-1994
EP 1111846	A	27-06-2001	JP 2001333067 A	30-11-2001
			EP 1111846 A1	27-06-2001
			CN 1320313 T	31-10-2001
			WO 0076133 A1	14-12-2000



# INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

International Aktenzeichen

PCT/EP 03/11705

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04L12/413

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SHARROCK S M ET AL: "A CSMA/CD-BASED, INTEGRATED VOICE/DATA PROTOCOL WITH DYNAMIC CHANNEL ALLOCATION" COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, NORTH HOLLAND PUBLISHING. AMSTERDAM, NL, Bd. 18, Nr. 1, 24. November 1989 (1989-11-24), Seiten 1-18, XP000070488 ISSN: 0169-7552 Seite 3, rechte Spalte, Absatz 2 -Seite 5, linke Spalte, Absatz 4 Seite 6, linke Spalte, Absätze 1,2	1-3, 8-10,13
X	WO 00 03521 A (HONEYWELL INC) 20. Januar 2000 (2000-01-20) Seite 3, Zeile 25 -Seite 4, Zeile 2 Seite 12, Zeile 4 -Seite 13, Zeile 24 Abbildungen 2A,7,8	1-3, 8-10,13

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen Veröffentlichung genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17.-Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kreppel, J

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/11705

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 654 969 A (WILHELMSSON LENNART) 5. August 1997 (1997-08-05) Spalte 3, Zeile 28 -Spalte 4, Zeile 15 Spalte 5, Zeile 42-50 Spalte 9, Zeile 18 -Spalte 10, Zeile 32 Abbildungen 2,2A,2B,9 ----	1-3, 8-10,13
X	EP 1 111 846 A (SONY CORP) 27. Juni 2001 (2001-06-27) Absätze '0112!-'0136! Abbildungen 3,4 ----	1-3, 8-10,13
A	BERTOLUZZO M ET AL: "Ethernet networks for factory automation" PROCEEDINGS OF THE 2002 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, Bd. 1, 8. Juli 2002 (2002-07-08), Seiten 175-180, XP010598166 Seite 178, rechte Spalte -Seite 179, linke Spalte Abbildung 7 ----	4-7,11, 12
A	DEMARTINI C ET AL: "Real-time communication in the factory automation" SIGNAL PROCESSING AND SYSTEMS CONTROL, INTELLIGENT SENSORS AND INSTRUMENTATION. SAN DIEGO, NOV. 9 - 13, 1992, PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS,CONTROL, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION (IECON), NEW YORK, IEEE, US, Bd. 3 CONF. 18, 9. November 1992 (1992-11-09), Seiten 772-777, XP010060623 ISBN: 0-7803-0582-5 das ganze Dokument -----	4-7,11, 12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/11705

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0003521 A	20-01-2000	US 6483846 B1 CA 2336829 A1 EP 1097551 A1 JP 2002520950 T WO 0003521 A1	19-11-2002 20-01-2000 09-05-2001 09-07-2002 20-01-2000
US 5654969 A	05-08-1997	SE 501373 C2 DE 69332983 D1 EP 0739556 A1 SE 9203796 A WO 9414255 A1	30-01-1995 18-06-2003 30-10-1996 18-06-1994 23-06-1994
EP 1111846 A	27-06-2001	JP 2001333067 A EP 1111846 A1 CN 1320313 T WO 0076133 A1	30-11-2001 27-06-2001 31-10-2001 14-12-2000